

(2) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

PCT

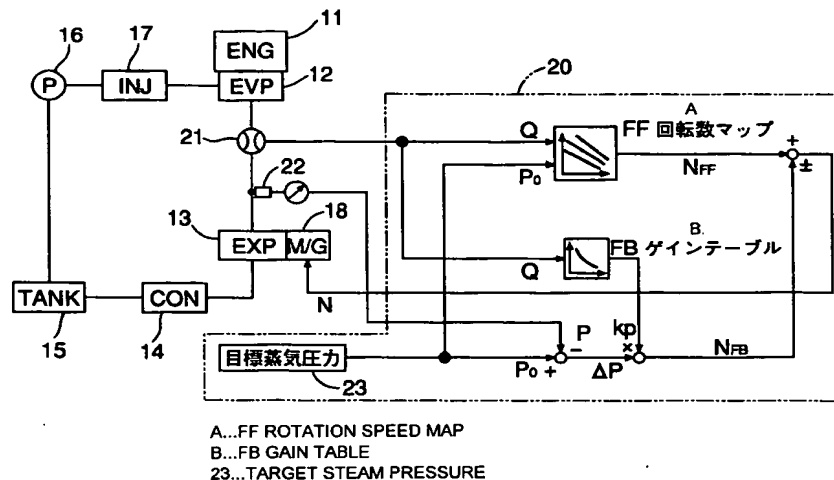
(10) 国際公開番号
WO 2004/011777 A1

- (51) 国際特許分類: F01K 23/10, F02G 5/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009222
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 22 日 (22.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-216425 2002 年 7 月 25 日 (25.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 聡長 (SATO, Akihisa) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 茨木 茂 (IBARAKI, Shigeru) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 落合 健, 外 (OCHIAI, Takeshi et al.); 〒110-0016 東京都台東区台東 2 丁目 6 番 3 号 T O ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: RANKINE CYCLE SYSTEM

(54) 発明の名称: ランキンサイクル装置



(57) Abstract: A Rankine cycle system, wherein a feed-forward value (N_{FF}) is calculated based on the flow rate (Q) of a vapor-phase acting medium at the outlet of an evaporator (12) and a target pressure (P_0) so that the pressure (P) of a vapor-phase acting medium at the inlet of an expander (13) agrees with a target pressure (P_0), a feed-back value (N_{FB}) is calculated by multiplying a deviation between the pressure (P) of a vapor-phase acting medium at the inlet of the expander (13) and a target pressure (P_0) by feed-back gain (kp) calculated based on the flow rate (Q) of the above vapor-phase acting medium, and the rotation speed of the expander (13) is controlled based on the added/subtracted value of the feed-forward value (N_{FF}) and the feed-back value (N_{FB}). Accordingly, the pressure of a vapor-phase acting medium at the inlet of an expander can be controlled to a target pressure accurately without changing the supply amount of a liquid-phase acting medium to an evaporator.

(57) 要約: ランキンサイクル装置において、膨張機 (13) の入口での気相作動媒体の圧力 (P) を目標圧力 (P_0) に一致させるべく、蒸発器 (12) の出口での気相作動媒体の流量 (Q) および目標圧力 (P_0) に基づいてフィードフォワード値 (N_{FF}) を算出するとともに、膨張機 (13) の入口での気相作動媒体の圧力 (P) および目標圧力 (P_0) の偏差 (ΔP) に、前記気相作動媒

[続葉有]

WO 2004/011777 A1



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

体の流量 (Q) に基づいて算出したフィードバックゲイン (k_p) を乗算してフィードバック値 (N_{FB}) を算出し、フィードフォワード値 (N_{FF}) およびフィードバック値 (N_{FB}) の加・減算値に基づいて膨張機 (13) の回転数を制御するようにした。これにより、蒸発器への液相作動媒体の供給量を変化させることなく、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に精度良く制御することができる。

明 細 書

ランキンサイクル装置

発明の分野

- 5 本発明は、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器と、蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機とを備えたランキンサイクル装置に関する。

背景技術

- 10 日本特開 2000-345835 号公報には、エンジンの冷却系の冷媒蒸気をエンジンの廃熱により加熱してタービンを駆動する廃熱回収装置において、冷却経路の圧力あるいは温度をエンジンの運転状態に応じて最適制御することにより熱効率を向上させるものが記載されている。具体的には、エンジン回転数およびエンジン負荷が増加するほど冷却経路の圧力の目標値を低く設定し、実際の圧力が目標圧力に一致するように冷媒循環用ポンプの吐出量等を制御している。

- 15 容積型の膨張機を備えたランキンサイクル装置において、図 4 に示すように、膨張機の入口における蒸気圧力が目標蒸気圧力（最適蒸気圧力）に一致していれば、膨張機の出口における蒸気圧力が膨張機の膨張比に見合った圧力になるが、入口の蒸気圧力が高すぎると膨張機の出口から排出される蒸気に余剰のエネルギーが残ってしまい、エネルギーが無駄に捨てられてしまう問題がある。逆に、入
20 口の蒸気圧力が低すぎると膨張機の出口から排出される蒸気が負圧になってしまい、膨張機が負の仕事をして効率が低下してしまう問題がある。

- このように、膨張機に供給される蒸気圧力を目標蒸気圧力に一致させることは重要であるが、蒸発器への給水量を変化させて蒸気圧力を目標蒸気圧力に一致させようとする、それに伴って蒸気温度が変化してしまう問題がある。即ち、図
25 3 に示すように、ランキンサイクル装置の蒸発器の効率および膨張機の効率は蒸気温度によって変化し、両者の効率を合わせた総合効率を最大にするには、蒸気温度を最適蒸気温度に制御する必要がある、蒸気圧力を目標蒸気圧力に一致させるべく給水量を変化させたことで蒸気温度が最適蒸気温度から外れてしまうと、蒸発器および膨張機の総合効率が低下してしまう問題がある。

発明の開示

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、ランキンサイクル装置において、蒸発器への液相作動媒体の供給量を変化させることなく、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に精度良く制御することを目的とする。

5 上記目的を達成するために、本発明によれば、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器と、蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機とを備えたランキンサイクル装置において、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に一致させるべく、蒸発器の出口での気相作動媒体の流量および目標圧力に基づいてフィードフォワード値を算出するとともに、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力および目標圧力の偏差に、前記気相作動媒体の流量に基づいて算出したフィードバックゲインを乗算してフィードバック値を算出し、フィードフォワード値およびフィードバック値の加・減算値に基づいて膨張機の回転数を制御する制御手段を備えたことを特徴とするランキンサイクル装置が提案される。

15 上記構成によれば、蒸発器の出口での気相作動媒体の流量および膨張機の入口での気相作動媒体の目標圧力に基づいてフィードフォワード値を算出するとともに、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力および目標圧力の偏差に気相作動媒体の流量に基づいて算出したフィードバックゲインを乗算してフィードバック値を算出し、フィードフォワード値およびフィードバック値の加・減算値に基づいて膨張機の回転数を制御するので、膨張機の回転数が変化したときの気相作動媒体の圧力の変化特性が気相作動媒体の流量の大小に応じて異なるのを補償し、蒸発器への液相作動媒体の供給量を変化させることなく、膨張機の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に応答性良く、かつ精度良く一致させることができる。

尚、実施例のコントローラ 20 は本発明の制御手段に対応する。

25 図面の簡単な説明

図 1 ～ 図 12 は本発明の第 1 実施例を示すもので、図 1 はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図 2 は蒸気エネルギーおよび目標蒸気温度から目標蒸気圧力を検索するマップ、図 3 は最適蒸気温度と蒸発器および膨張機の最高総合効率との関係を示すグラフ、図 4 は膨張機の入口圧力と出口圧力との関

係を示すグラフ、図 5 A、図 5 B は膨張機の回転数をステップ状に変化させたときの蒸気圧力の変化を示すグラフ、図 6 A、図 6 B はフィードバックゲインを固定した場合の蒸気圧力の収束状態を示す図、図 7 A、図 7 B はフィードバックゲインを可変にした場合の蒸気圧力の収束状態を示す図、図 8 は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図 9 はメインルーチンのステップ S 3 のサブルーチンのフローチャート、図 10 はメインルーチンのステップ S 4 のサブルーチンのフローチャート、図 11 は蒸気流量 Q および目標蒸気圧力 P_o から膨張機の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索するマップ、図 12 は蒸気流量 Q からフィードバックゲイン k_p を検索するテーブルである。図 13 ~ 図 16 は本発明の第 2 実施例を示すもので、図 13 はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図 14 は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図 15 はメインルーチンのステップ S 3 4 のサブルーチンのフローチャート、図 16 は蒸気圧力 P および蒸気温度 T から蒸気の比容積 V を検索するマップである。図 17 ~ 図 20 は本発明の第 3 実施例を示すもので、図 17 はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図 18 は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図 19 はメインルーチンのステップ S 5 3 のサブルーチンのフローチャート、図 20 はメインルーチンのステップ S 5 4 のサブルーチンのフローチャートである。図 21 ~ 図 25 は本発明の第 4 実施例を示すもので、図 21 はランキンサイクル装置およびその制御系のブロック図、図 22 は蒸気圧力制御のメインルーチンのフローチャート、図 23 はメインルーチンのステップ S 7 2 のサブルーチンのフローチャート、図 24 はメインルーチンのステップ S 7 3 のサブルーチンのフローチャート、図 25 はメインルーチンのステップ S 7 4 のサブルーチンのフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

図 1 ~ 図 12 は本発明の第 1 実施例を示すものである。

図 1 に示すように、車両のエンジン 11 の排気ガスの熱エネルギーを回収するためのランキンサイクル装置は、エンジン 11 の排気ガスで液相作動媒体（水）を加熱して高温高圧の気相作動媒体（蒸気）を発生させる蒸発器 12 と、蒸発器 12 で発生した高温高圧の蒸気の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積

型の膨張機 1 3 と、膨張機 1 3 から排出された蒸気を冷却して水に凝縮させる凝縮器 1 4 と、凝縮器 1 4 から排出された水を貯留するタンク 1 5 と、タンク 1 5 内の水を吸引する給水ポンプ 1 6 と、給水ポンプ 1 6 で吸引した水を蒸発器 1 2 に噴射するインジェクタ 1 7 とを閉回路上に配置してなる。

- 5 膨張機 1 3 に接続されたモータ・ジェネレータ 1 8 はエンジン 1 1 と駆動輪との間に配置されており、モータ・ジェネレータ 1 8 をモータとして機能させてエンジン 1 1 の出力をアシストするとともに、車両の減速時にモータ・ジェネレータ 1 8 をジェネレータとして機能させて車両の運動エネルギーを電気エネルギーとして回収することができる。尚、モータ・ジェネレータ 1 8 は膨張機 1 3 に単
10 体で接続されて電気エネルギーの発生機能のみを有するものでも良い。そして本発明では、モータ・ジェネレータ 1 8 の負荷（発電量）を調整することで、モータ・ジェネレータ 1 8 から膨張機 1 3 に加わる負荷を調整して該膨張機 1 3 の回転数を制御する。コントローラ 2 0 には、蒸発器 1 2 の出口での蒸気流量を検出する蒸気流量センサ 2 1 からの信号と、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力を検出する
15 蒸気圧力センサ 2 2 からの信号とが入力される。

コントローラ 2 0 は、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力の目標値である目標蒸気圧力を設定する目標蒸気圧力設定手段 2 3 を備える。図 2 に示すように、目標蒸気圧力設定手段 2 3 は目標蒸気温度および蒸気エネルギー（蒸気流量）に基づいて目標蒸気圧力を検索する。蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度は、蒸発器 1 2 およ
20 び膨張機 1 3 の総合効率が最大になる温度（つまり最適蒸気温度）に一致するように、インジェクタ 1 7 あるいは給水ポンプ 1 6 から蒸発器 1 2 への給水量を調整することにより制御されている。即ち、図 3 に示すように、蒸発器 1 2 の効率および膨張機 1 3 の効率は蒸気温度によって変化し、蒸気温度が増加すると蒸発器 1 2 の効率が減少して膨張機 1 3 の効率が増加し、逆に蒸気温度が減少すると
25 蒸発器 1 2 の効率が増加して膨張機 1 3 の効率が減少することから、両者の効率を合わせた総合効率を最大になる最適蒸気温度が存在し、蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度は前記最適蒸気温度に制御されている。

膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力を目標蒸気圧力に制御するのは、次のような理由からである。即ち、図 4 に示すように、膨張機 1 3 の入口における蒸気圧力が

目標蒸気圧力に一致していれば、膨張機 1 3 の出口における蒸気圧力が膨張機 1 3 の膨張比に見合った圧力になるが、入口蒸気圧力が高すぎると膨張機 1 3 の出口から排出される蒸気に余剰のエネルギーが残ってしまい、エネルギーが無駄に捨てられてしまう問題がある。逆に、入口蒸気圧力が低すぎると膨張機 1 3 の出口から排出される蒸気が負圧になってしまい、膨張機 1 3 が負の仕事をして効率が低下してしまう問題がある。

蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度を最適蒸気温度に保ったまま、つまり蒸発器 1 2 への給水量を変化させずに、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力を目標蒸気圧力に制御するには、モータ・ジェネレータ 1 8 から膨張機 1 3 に加わる負荷を調整して該膨張機 1 3 の回転数を制御すれば良い。図 5 A、図 5 B に示すように、膨張機 1 3 の回転数を減少させると蒸気圧力は増加し、逆に膨張機 1 3 の回転数を増加させると蒸気圧力は減少する。但し、蒸気圧力の変化の応答性は蒸気流量によって変化し、蒸気流量が小さいときには応答性が低くなり、蒸気圧力が定常状態に達するのに 1 0 0 秒以上が必要であるのに対し、蒸気流量が大きいときには応答性が高くなり、蒸気圧力が定常状態に達するのに 1 0 秒以下で済む。

尚、インジェクタ 1 7 の前後差圧を検出し、目標給水量に一致するように T_i 値を制御するか、あるいは給水ポンプ 1 6 の吐出圧を検出し、該給水ポンプ 1 6 の回転数を制御すれば、膨張機 1 3 の回転数が変化しても蒸発器 1 2 への給水量が一定に保持され、蒸発器 1 1 の出口での蒸気温度を最適蒸気温度に保持することが出来る。

蒸気圧力を目標蒸気圧力にフィードバック制御する際に、図 6 A に示すようにフィードバックゲイン k_p (比例項) を一定値とすると、図 6 B に示すように、蒸気流量が大きいときに適切な応答性が得られるように前記フィードバックゲイン k_p を設定すると、蒸気流量が小さいときに十分な応答性が得られなくなってしまう。それに対して、図 7 A に示すように蒸気流量をパラメータとするゲインテーブルから検索したフィードバックゲイン k_p を用いることにより、図 7 B に示すように、蒸気流量が大きいときにも小さいときにも適切な応答性が得られるようになる。

つまり、本発明の要点は、膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力を目標蒸気圧力に一

致させるべく膨張機 13 の回転数をフィードバック制御する際に、フィードバックゲインを蒸気流量に応じて変更することにある。以下、その具体的な内容を、図 1 のブロック図および図 8 ～図 10 のフローチャートに基づいて説明する。

5 先ず、図 8 のフローチャートのステップ S 1 で蒸気流量センサ 21 により蒸発器 12 の出口での蒸気流量 Q を検出し、ステップ S 2 で蒸気圧力センサ 22 により膨張機 13 の入口での蒸気圧力 P を検出した後に、ステップ S 3 で膨張機 13 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を算出する。即ち、図 9 のフローチャートのステップ S 11 で図 11 のマップから蒸気流量 Q および目標蒸気圧力 P_0 をパラメータとして膨張機 13 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索する。

10 図 11 から明らかなように、フィードフォワード値 N_{FF} は、蒸気流量 Q が小さく目標蒸気圧力 P_0 が大きいほど小さく、蒸気流量 Q が大きく目標蒸気圧力 P_0 が小さいほど大きくなるように設定されている。

図 8 のフローチャートに戻り、ステップ S 4 で膨張機 13 の回転数のフィードバック値 N_{FB} を算出する。即ち、図 10 のフローチャートのステップ S 21 で蒸気圧力センサ 22 により検出した膨張機 13 の入口での蒸気圧力 P と、目標蒸気圧力設定手段 23 で設定した目標蒸気圧力 P_0 との偏差 $\Delta P = |P - P_0|$ を算出し、続くステップ S 22 で蒸気流量センサ 21 により検出した蒸気流量 Q を図 12 のテーブルに適用してゲイン k_p を検索する。図 12 のテーブルから明らかなように、ゲイン k_p は蒸気流量 Q の増加に伴って減少する。そしてステップ

20 プ S 23 でゲイン k_p に偏差 ΔP を乗算して膨張機 13 の回転数のフィードバック値 N_{FB} を算出する。

図 8 のフローチャートに戻り、ステップ S 5 で蒸気圧力 P が目標蒸気圧力 P_0 。

以上であれば、ステップ S 6 で膨張機 13 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} にフィードバック値 N_{FB} を加算して膨張機 13 の回転数指令値 N を算出し、また

25 ステップ S 5 で蒸気圧力 P が目標蒸気圧力 P_0 未満であれば、ステップ S 7 で膨張機 13 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} からフィードバック値 N_{FB} を減算して膨張機 13 の回転数指令値 N を算出する。しかして、回転数指令値 N に基づいてモータ・ジェネレータ 18 の回転数、つまり膨張機 13 の回転数を制御することで、膨張機 13 の入口での蒸気圧力 P を目標蒸気圧力 P_0 に応答性良

く、かつ精度良く収束させることができ、これにより、膨張機 13 の出口から排出される蒸気に余剰のエネルギーが残ったり、膨張機 13 の出口から排出される蒸気が負圧になって膨張機 13 が負の仕事をして効率が低下したりする問題を解消することができる。

5 図 13～図 16 は本発明の第 2 実施例を示すものである。

図 13 に示すように、第 2 実施例は第 1 実施例（図 1 参照）の蒸気流量センサ 21 を備えておらず、その代わりに蒸発器 12 の入口側に給水量センサ 24 を備えたとともに、膨張機 13 の入口側に蒸気温度センサ 25 を備える。第 1 実施例が蒸気流量 Q を蒸気流量センサ 21 によって直接検出するのに対し、第 2 実施例
10 では蒸気流量 Q を蒸気圧力センサ 22 で検出した蒸気圧力 P と、給水量センサ 24 で検出した給水質量流量 G_w と、蒸気温度センサ 25 で検出した蒸気温度 T とを用いて算出しており、その他の構成および作用は第 1 実施例と同様である。

第 2 実施例の作用をフローチャートを参照して説明すると、先ず、図 14 のフローチャートのステップ S31 で蒸気温度センサ 25 により膨張機 13 の入口での蒸気温度 T を検出し、ステップ S32 で蒸気圧力センサ 22 により膨張機 13
15 の入口での蒸気圧力 P を検出し、更にステップ S33 で給水量センサ 24 で蒸発器 12 への給水質量流量 G_w を検出する。

続くステップ S34 で蒸気流量センサ 21 を用いずに膨張機 13 への蒸気流量 Q を算出する。即ち、図 15 のフローチャートのステップ S41 で図 16 のマップから蒸気温度 T および蒸気圧力 P をパラメータとして蒸気の比容積 V を検索する。図 16 から明らかなように、蒸気の比容積 V は、蒸気圧力 P が小さく、かつ蒸気温度 T が高いほど大きくなるように設定されている。続くステップ S42 で蒸気流量 Q を、比容積 V に給水量センサ 24 で検出した給水質量流量 G_w を乗算することにより算出する。
20

25 以上のようにして蒸気流量 Q が算出されると、図 14 のフローチャートのステップ S35～S39 に移行する。これらのステップは図 8 のフローチャート（第 1 実施例）のステップ S3～S7 と全く同一であるため、その重複する説明を省略する。しかして、この第 2 実施例によれば、蒸気流量センサ 21 を廃止することができる。

図 17～図 20 は本発明の第 3 実施例を示すものである。

図 17 に示すように、第 3 実施例は第 2 実施例（図 13 参照）の給水量センサ 24 を備えておらず、その代わりにコントローラ 20 に温度制御部 26 が設けられる。第 2 実施例が給水質量流量 G_w を給水量センサ 24 で検出するのに対し、
5 第 3 実施例では温度制御部 26 が出力する指令給水質量流量 G_o から前記給水質量流量 G_w に対応する蒸気質量流量 G_s を算出しており、その他の構成および作用は第 2 実施例と同様である。

第 3 実施例の作用をフローチャートを参照して説明すると、先ず、図 18 のフローチャートのステップ S51 で蒸気温度センサ 25 により膨張機 13 の入口での蒸気温度 T を検出し、ステップ S52 で蒸気圧力センサ 22 により膨張機 13
10 の入口での蒸気圧力 P を検出し、更にステップ S53 で蒸気質量流量 G_s を算出する。

即ち、図 19 のフローチャートのステップ S61 でインジェクタ 17 あるいは給水ポンプ 16 の給水量を制御することで蒸気温度 T を制御する温度制御部 26
15 が出力する指令給水質量流量 G_o を読み込み、ステップ S62 で指令給水質量流量 G_o に遅れフィルタ処理を施すことで蒸気質量流量 G_s を算出する。この遅れフィルタ処理は、温度制御部 26 が指令給水質量流量 G_o を出力してから、蒸発器 12 が実際に蒸気を発生するまでの時間遅れを補償するためのものである。

続いて図 18 のフローチャートのステップ S54 で蒸気流量 Q を算出する。このステップ S54 のサブルーチンが図 20 に示されているが、図 20 のフローチャートは第 2 実施例の図 15 のフローチャートと実質的に同じであり、第 2 実施例の給水質量流量 G_w が、それと実質的に同じものである蒸気質量流量 G_s に変わっただけである。

以上のようにして蒸気流量 Q が算出されると、図 18 のフローチャートのステップ S55～S59 に移行する。これらのステップは図 8 のフローチャート（第 1 実施例）のステップ S3～S7 と全く同一であるため、その重複する説明を省略する。しかして、この第 3 実施例によれば、給水量センサ 24 を廃止することができる。

図 21～図 25 は本発明の第 4 実施例を示すものである。

図 2 1 に示すように、第 4 実施例は第 3 実施例（図 1 3 参照）の蒸気温度センサ 2 5 を備えておらず、その代わりにコントローラ 2 0 の温度制御部 2 6 が指令給水質量流量 G_o に加えて指令蒸気温度 T_o を出力する。比容積マップには、指令蒸気温度 T_o を遅れフィルタ 2 で遅れ処理した蒸気温度 T と、目標蒸気圧力 P_o とが入力され、そこで検索された蒸気の比容積 V が蒸気質量流量 G_s に乗算されて蒸気流量 Q が算出される。また第 1 ～ 第 3 実施例の蒸気流量 Q および目標蒸気圧力 P_o をパラメータとして膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索するマップに代えて、蒸気流量 Q だけをパラメータとして膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索するテーブルを備えており、その他の構成および作用は第 3 実施例と同様である。

尚、蒸気の比容積 V は、図 1 6 の横軸を「蒸気圧力 P 」から「目標蒸気圧力 P_o 」に読み換えて示す。

第 4 実施例の作用をフローチャートを参照して説明すると、先ず、図 2 2 のフローチャートのステップ S 7 1 で蒸気圧力センサ 2 2 により膨張機 1 3 の入口での蒸気圧力 P を検出し、更にステップ S 7 2 で蒸気質量流量 G_s を算出する。ステップ S 7 2 のサブルーチンである図 2 3 のフローチャートは、第 3 実施例の図 1 9 のフローチャートと実質的に同一であるが、時定数 τ を後述する第 2 時定数 τ_2 と区別するための第 1 時定数 τ_1 としている点でのみ異なっている。

続いて図 2 2 のフローチャートのステップ S 7 3 で蒸気流量 Q を算出する。このステップ S 7 3 のサブルーチンが図 2 4 に示されており、図 2 4 のフローチャートのステップ S 9 1 で温度制御部 2 6 が出力する指令蒸気温度 T_o を遅れフィルタ 2 で遅れ処理して蒸気温度 T を算出し、ステップ S 9 2 で前記蒸気温度 T と、目標蒸気圧力設定手段 2 3 が出力する目標蒸気圧力 P_o とを比容積マップに適用して蒸気の比容積 V を検索する。そしてステップ S 9 3 で遅れフィルタ 1 が出力する蒸気質量流量 G_s に蒸気の比容積 V を乗算して蒸気流量 Q を算出する。

続いて、図 2 2 のフローチャートのステップ S 7 4、つまり図 2 5 のフローチャートのステップ S 1 0 1 で蒸気流量 Q を膨張機回転数テーブルに適用して膨張機 1 3 の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} を検索する。この膨張機回転数テーブルは第 1 ～ 第 3 実施例と異なって目標蒸気圧力 P_o をパラメータとしていな

いが、蒸気流量 Q を算出する過程で比容積マップに目標蒸気圧力 P_0 を適用しているため、結果的に目標蒸気圧力 P_0 が考慮されていることになる。このようにして蒸気流量 Q から検索された算出された膨張機13の回転数のフィードフォワード値 N_{FF} は、蒸気温度や蒸気圧力に関わらずに蒸気流量 Q に比例するものであるが、実際には蒸気のリーク等の影響で蒸気流量 Q に正確に比例しない場合があり、その誤差は膨張機13の回転数のフィードバック制御により補償される。

図22のフローチャートの最後のステップS75～S78は、図8のフローチャート（第1実施例）のステップS4～S7と全く同一であるため、その重複する説明を省略する。しかして、この第4実施例によれば、蒸気温度センサ25を廃止することができる。

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

例えば、作動媒体は水（蒸気）に限定されず、他の適宜の作動媒体を採用することができる。

請求の範囲

1. エンジン (11) の排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器 (12) と、蒸発器 (12) で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機 (13) とを備えたランキンサイクル装置において、

膨張機 (13) の入口での気相作動媒体の圧力を目標圧力に一致させるべく、蒸発器 (12) の出口での気相作動媒体の流量および目標圧力に基づいてフィードフォワード値 (N_{FF}) を算出するとともに、膨張機 (13) の入口での気相作動媒体の圧力および目標圧力の偏差に、前記気相作動媒体の流量に基づいて算出したフィードバックゲイン (k_p) を乗算してフィードバック値 (N_{FB}) を算出し、フィードフォワード値 (N_{FF}) およびフィードバック値 (N_{FB}) の加・減算値に基づいて膨張機 (13) の回転数を制御する制御手段 (20) を備えたことを特徴とするランキンサイクル装置。

図 1

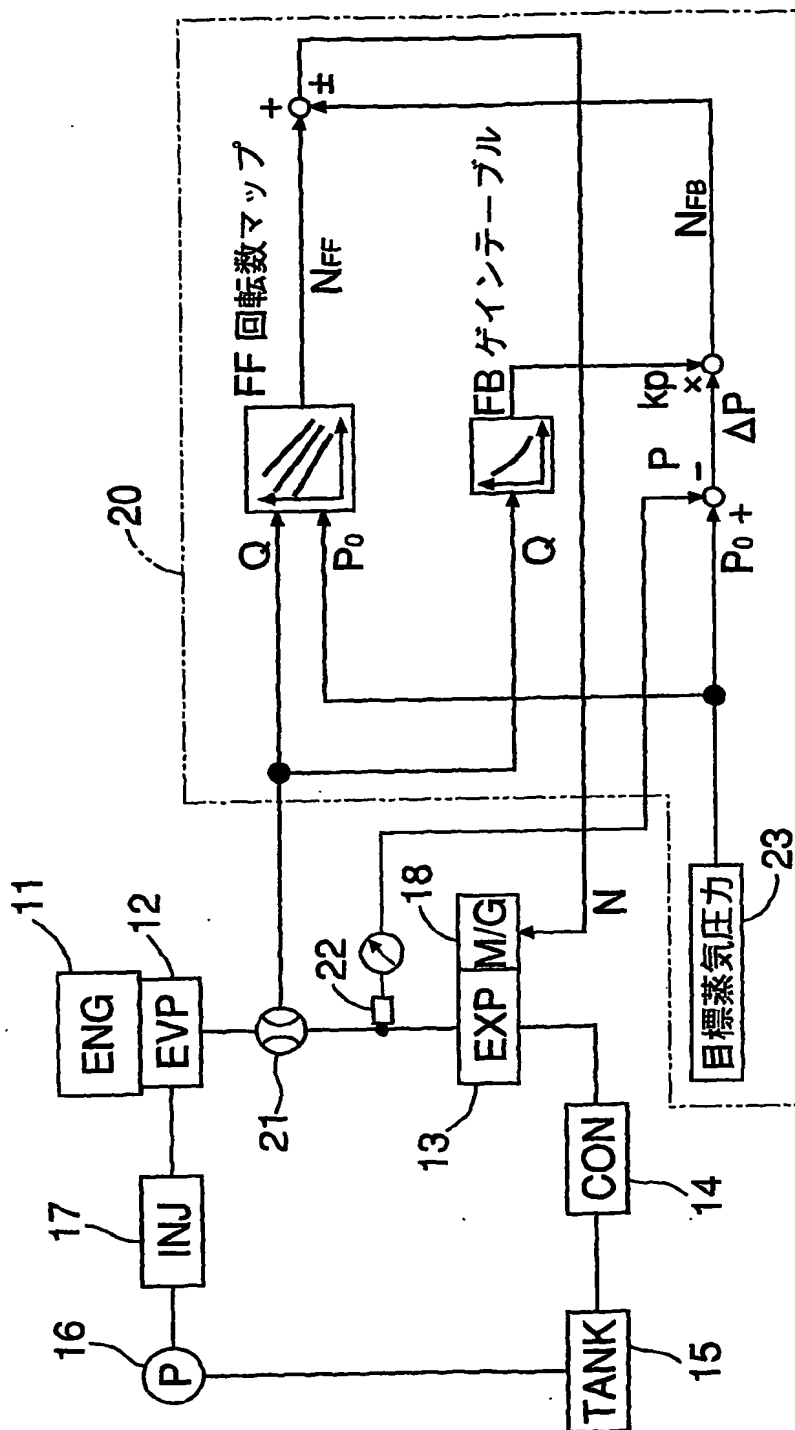
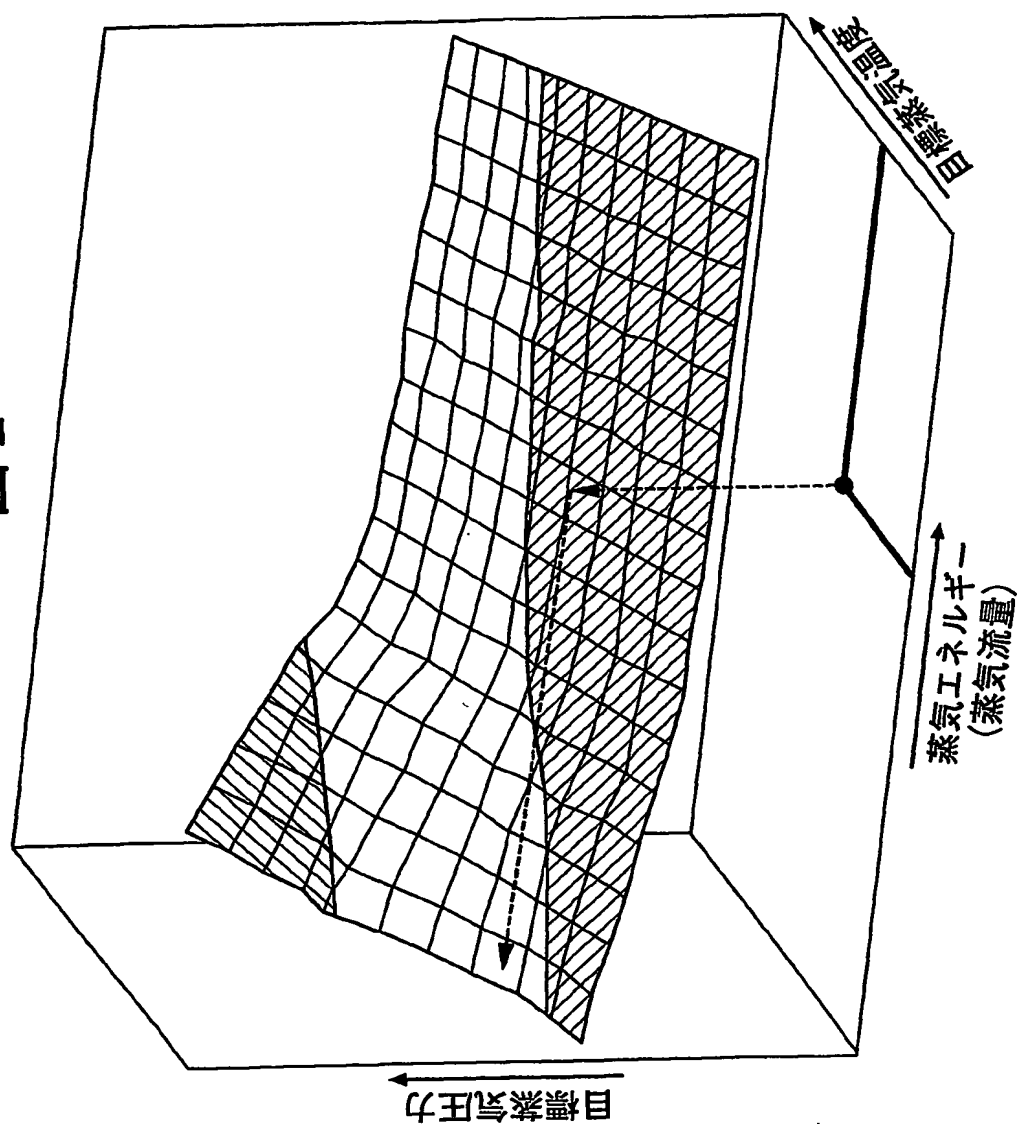
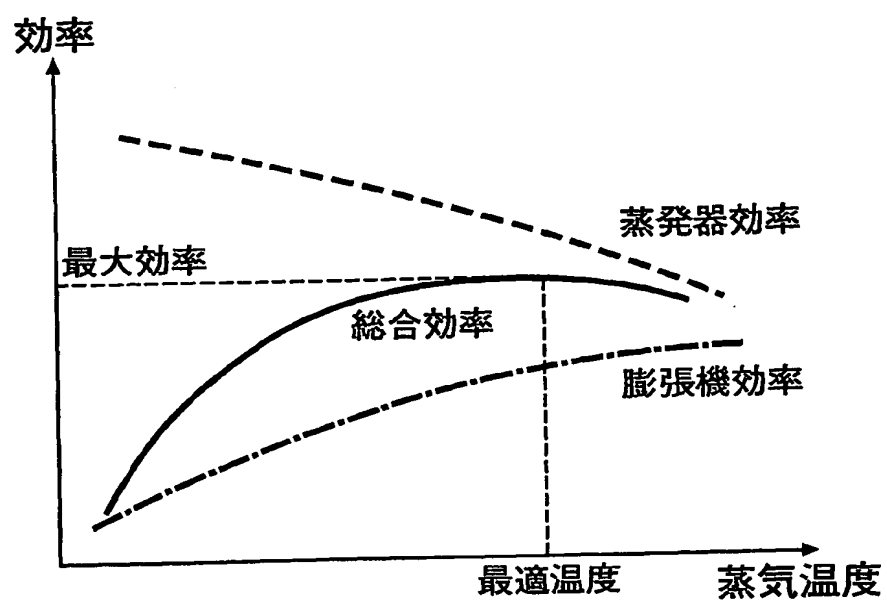


図 2



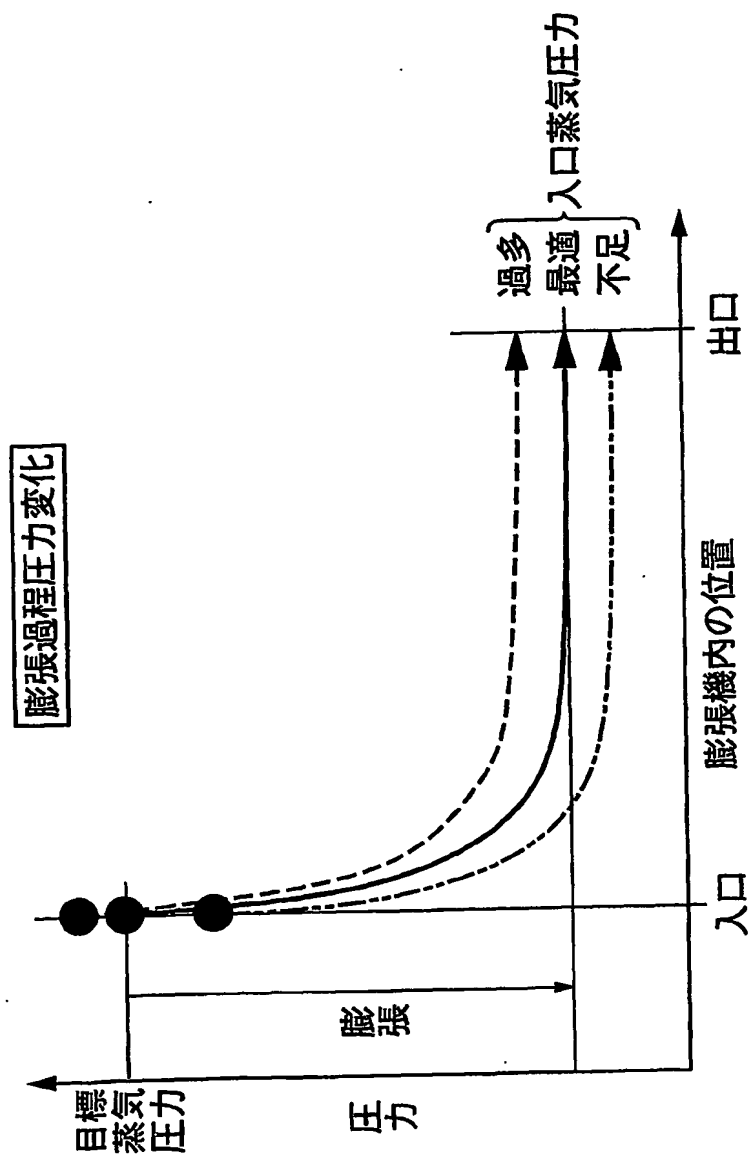
3/25

図 3



4/25

図 4



5/25

図 5A

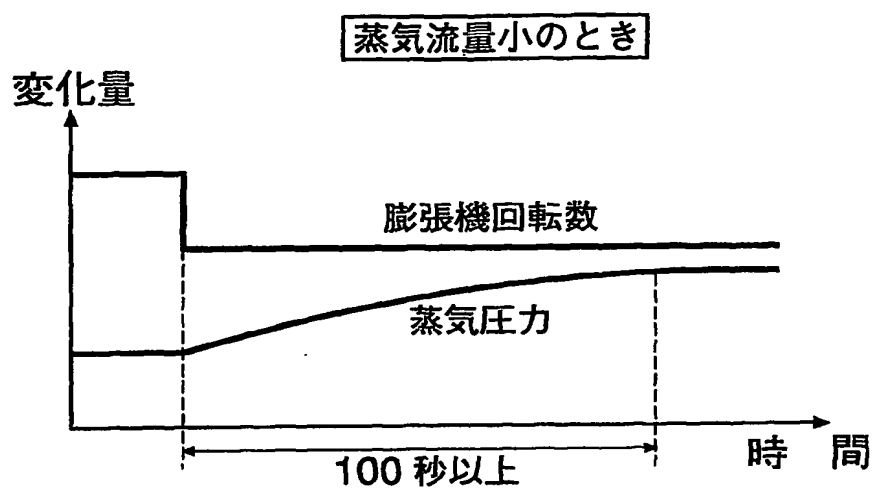
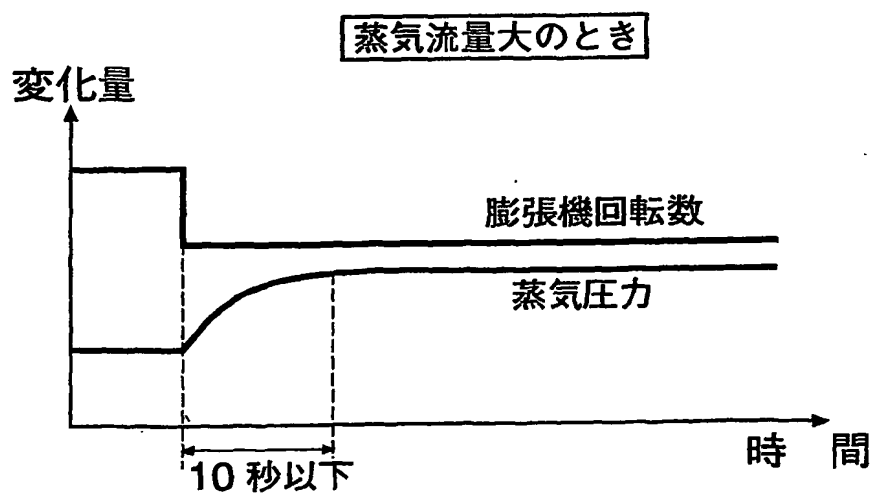


図 5B



6/25

図 6B

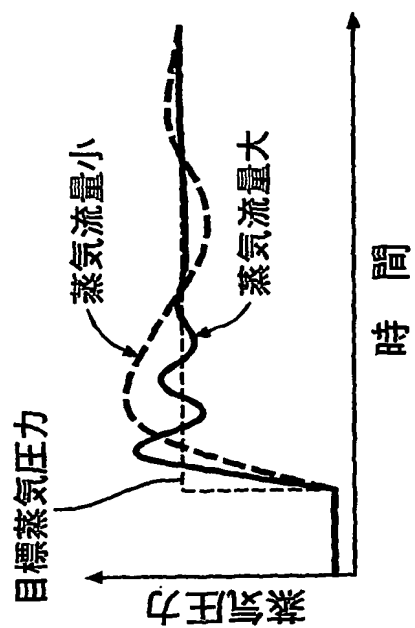


図 6A

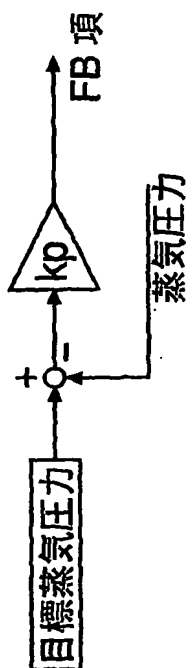


図 7A

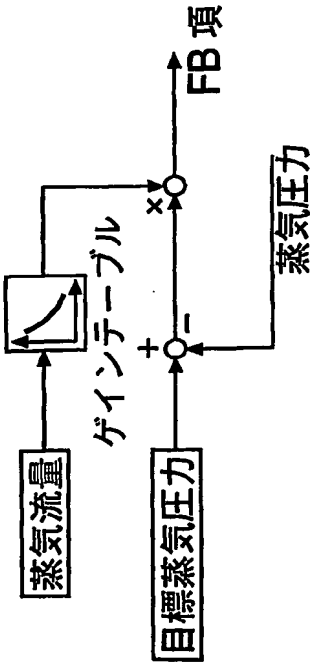
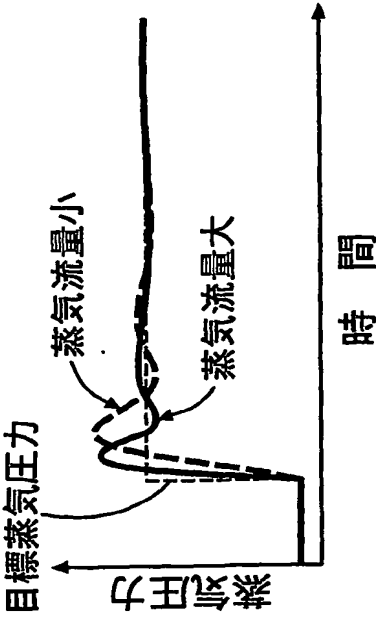
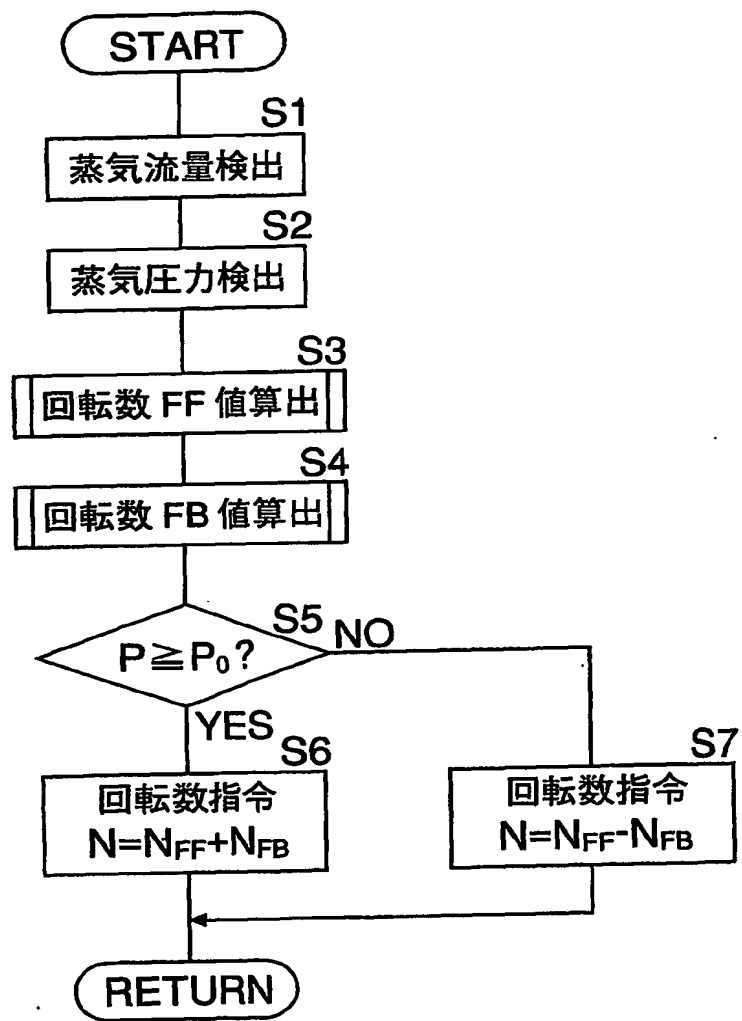


図 7B



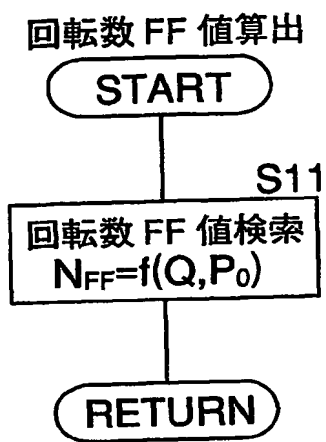
8/25

図 8



9/25

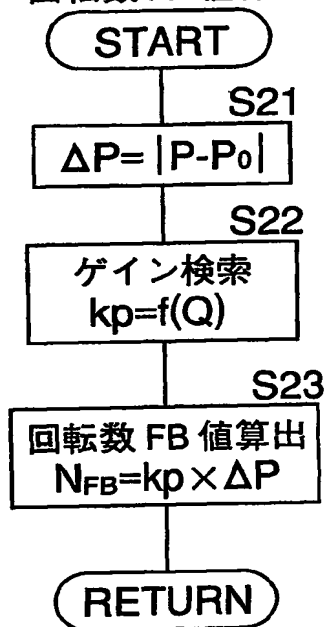
図 9



10/25

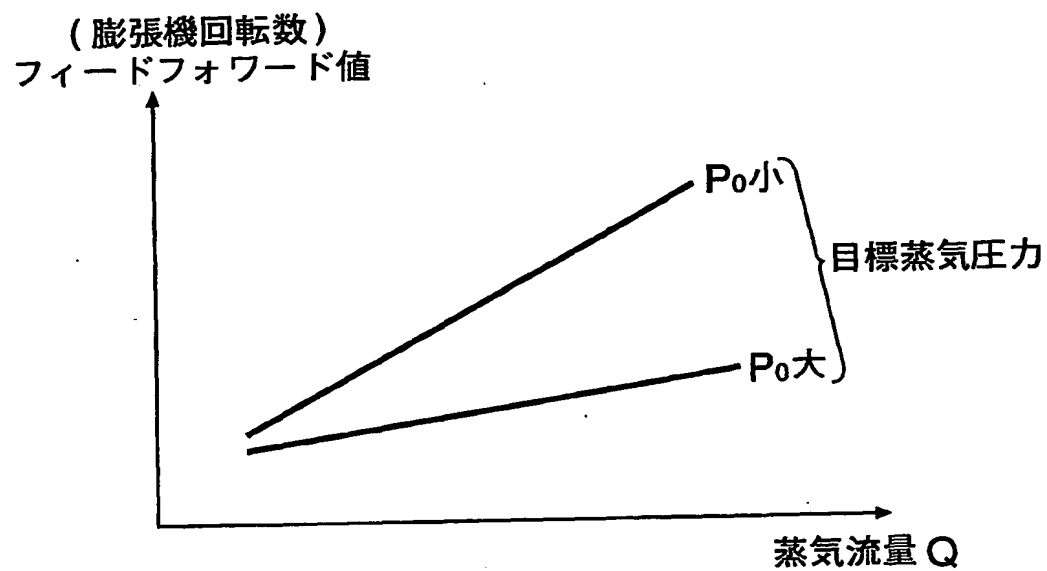
図 10

回転数 FB 値算出



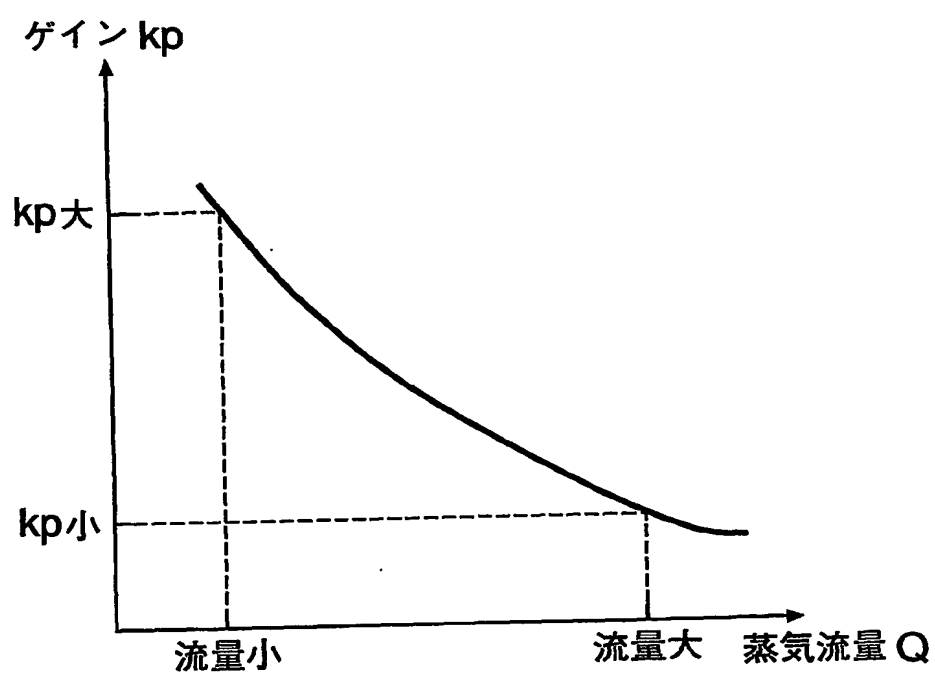
11/25

図 11



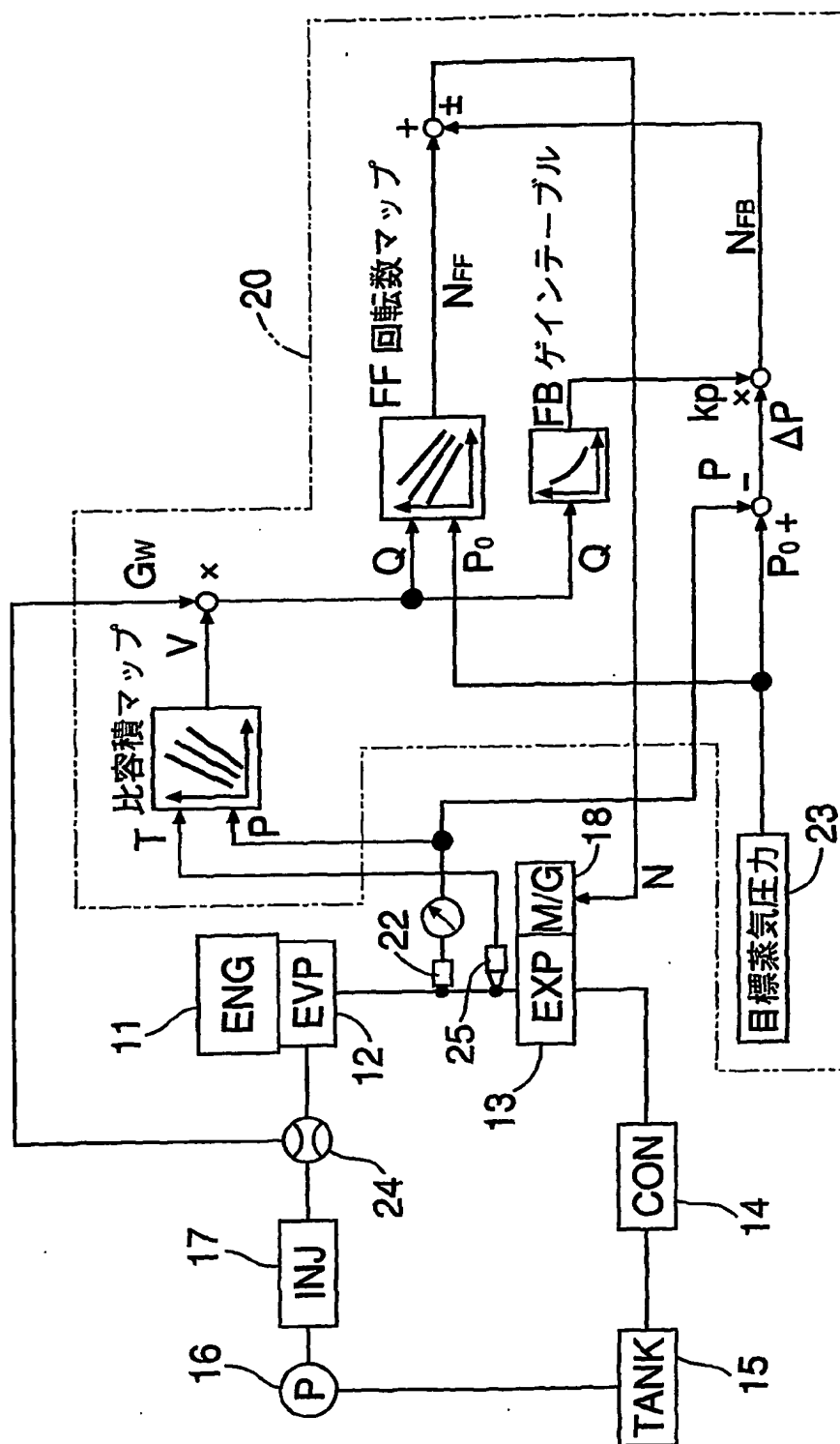
12/25

図 12



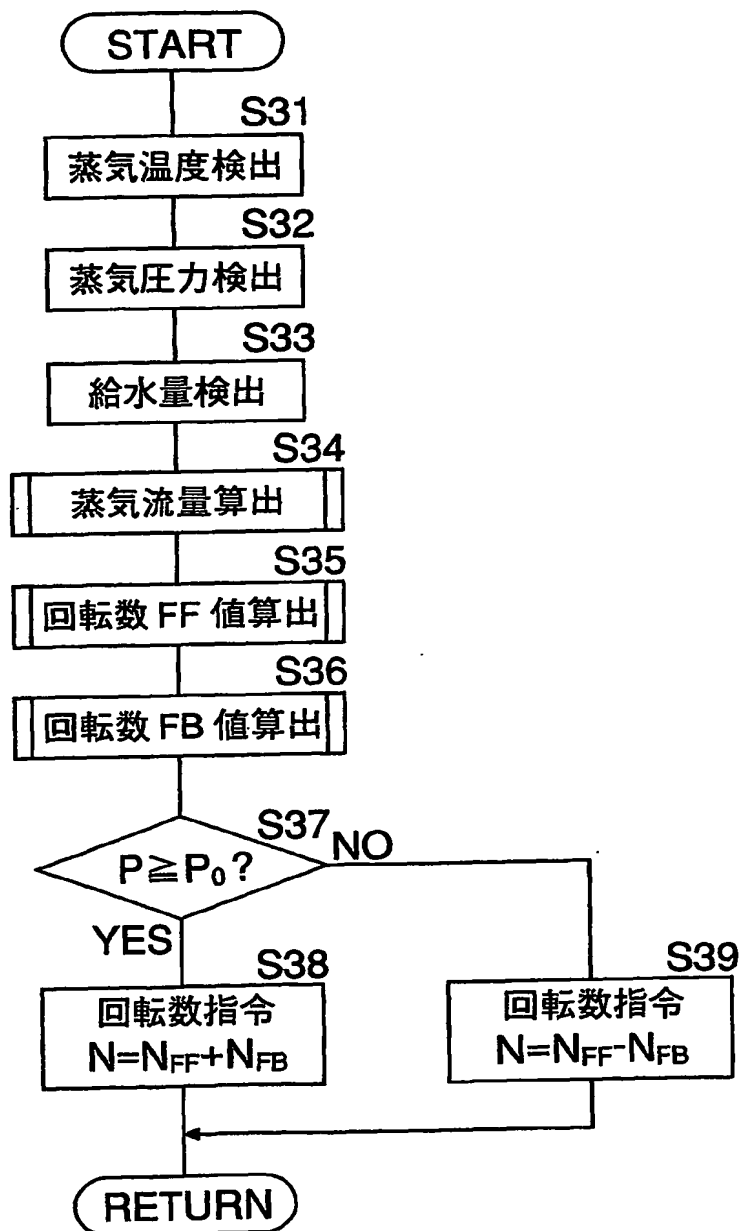
13/25

図 13



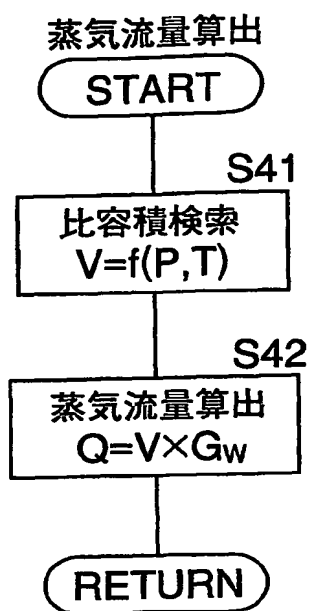
14/25

図 14



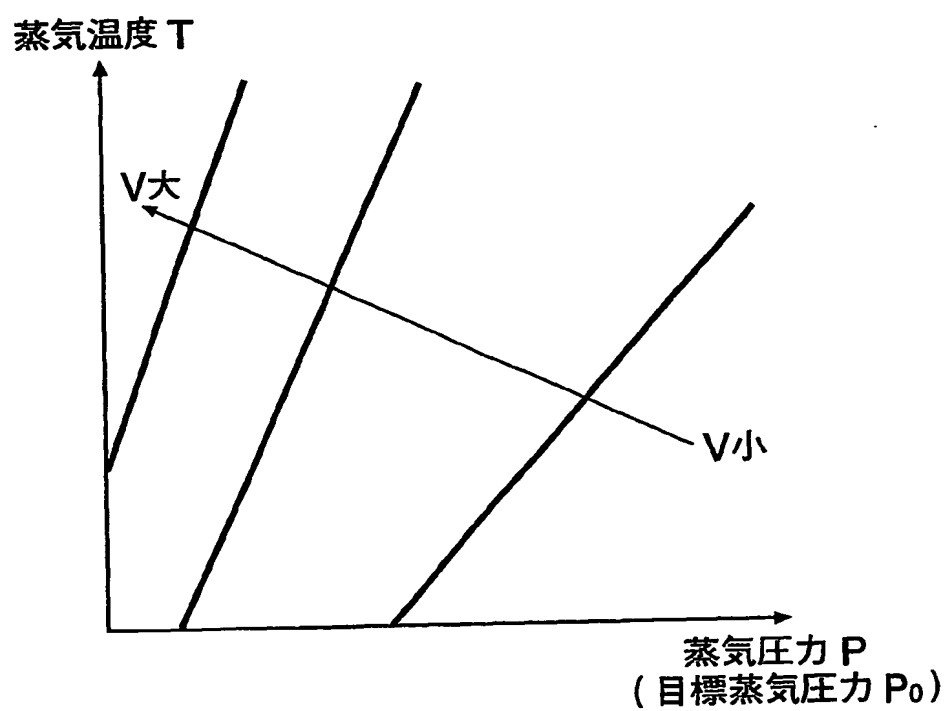
15/25

図 15



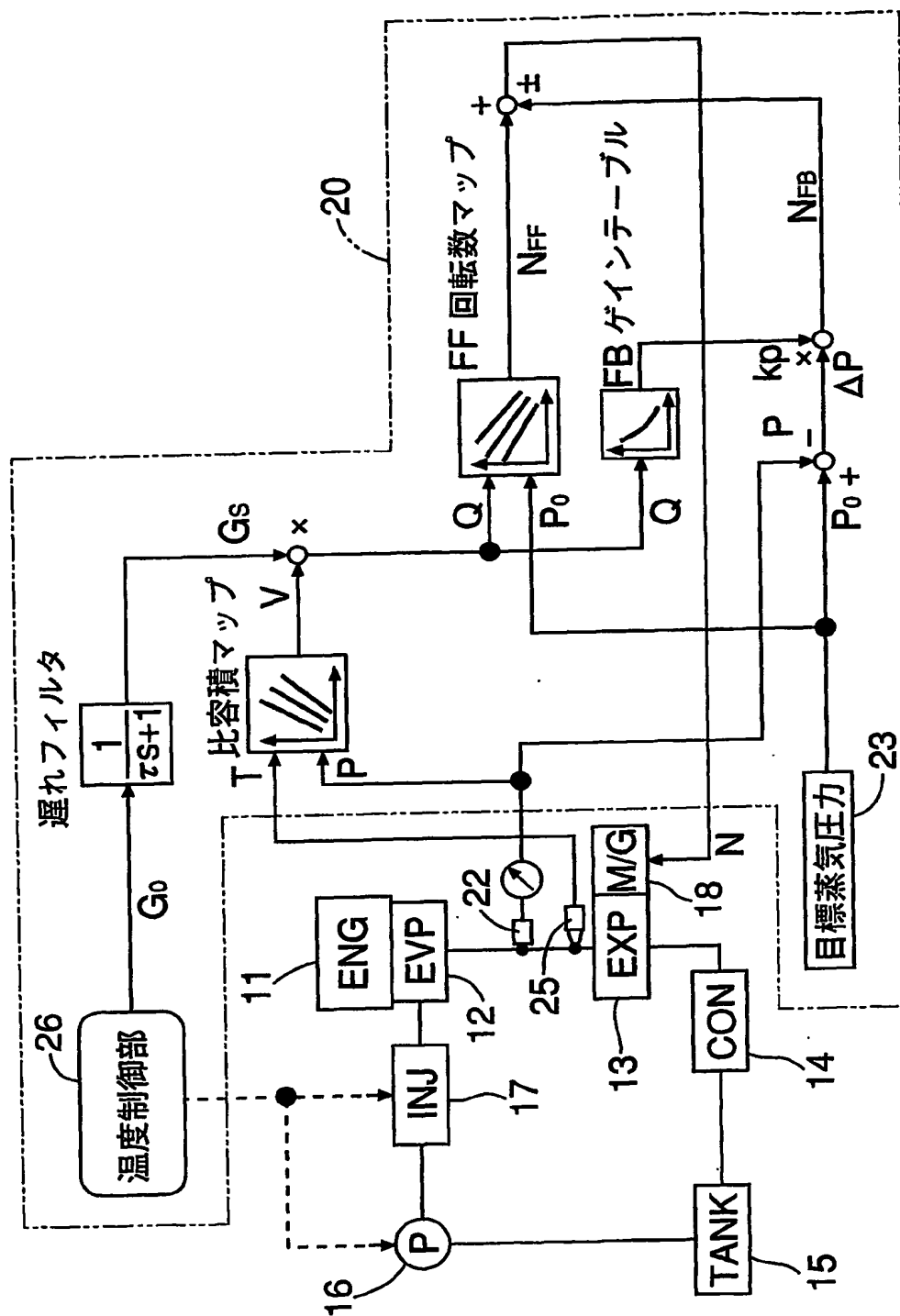
16/25

図 16



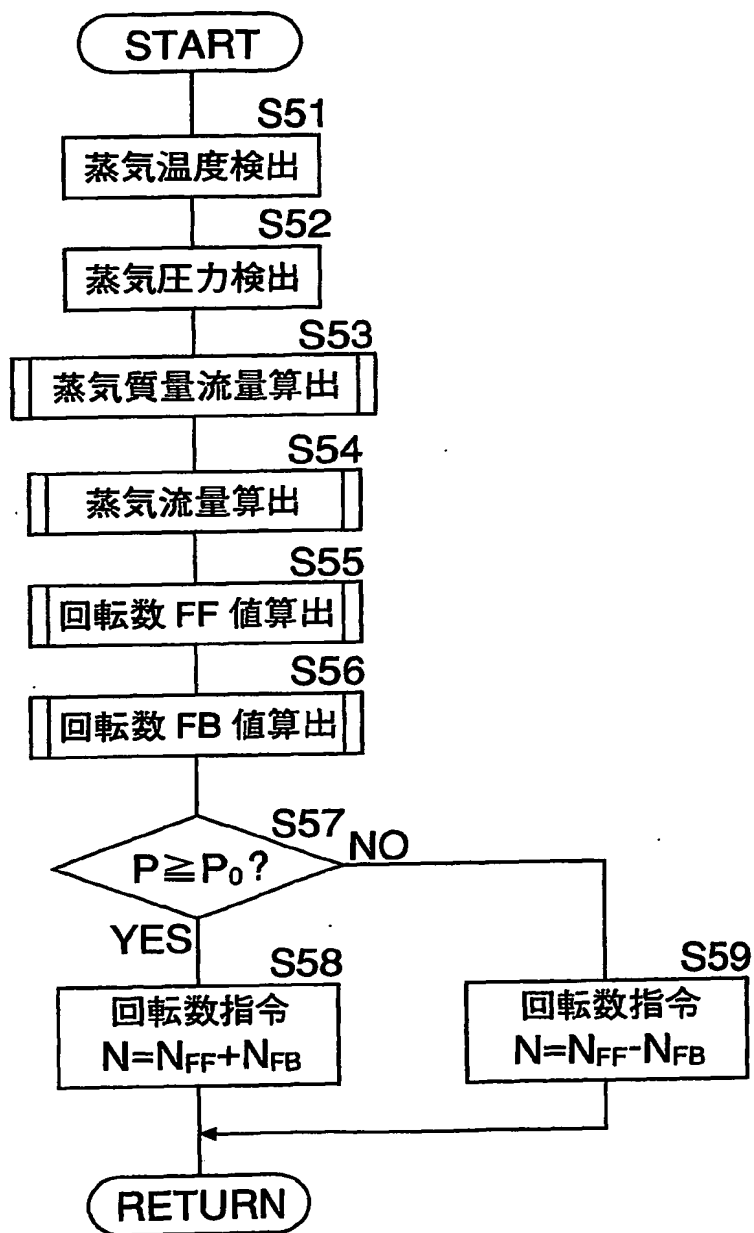
17/25

図 17



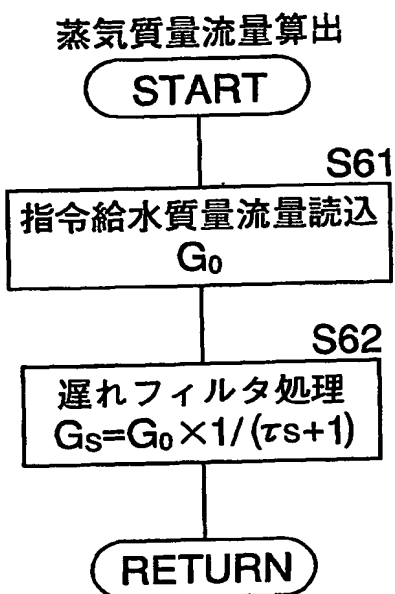
18/25

図 18



19/25

図 19



20/25

図 20

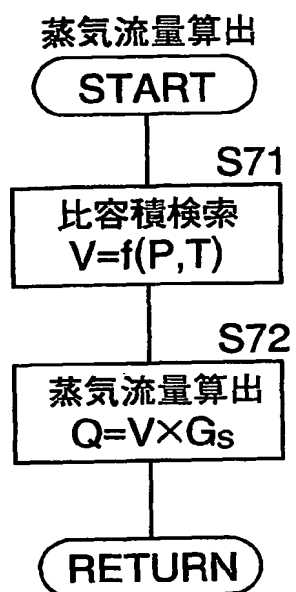
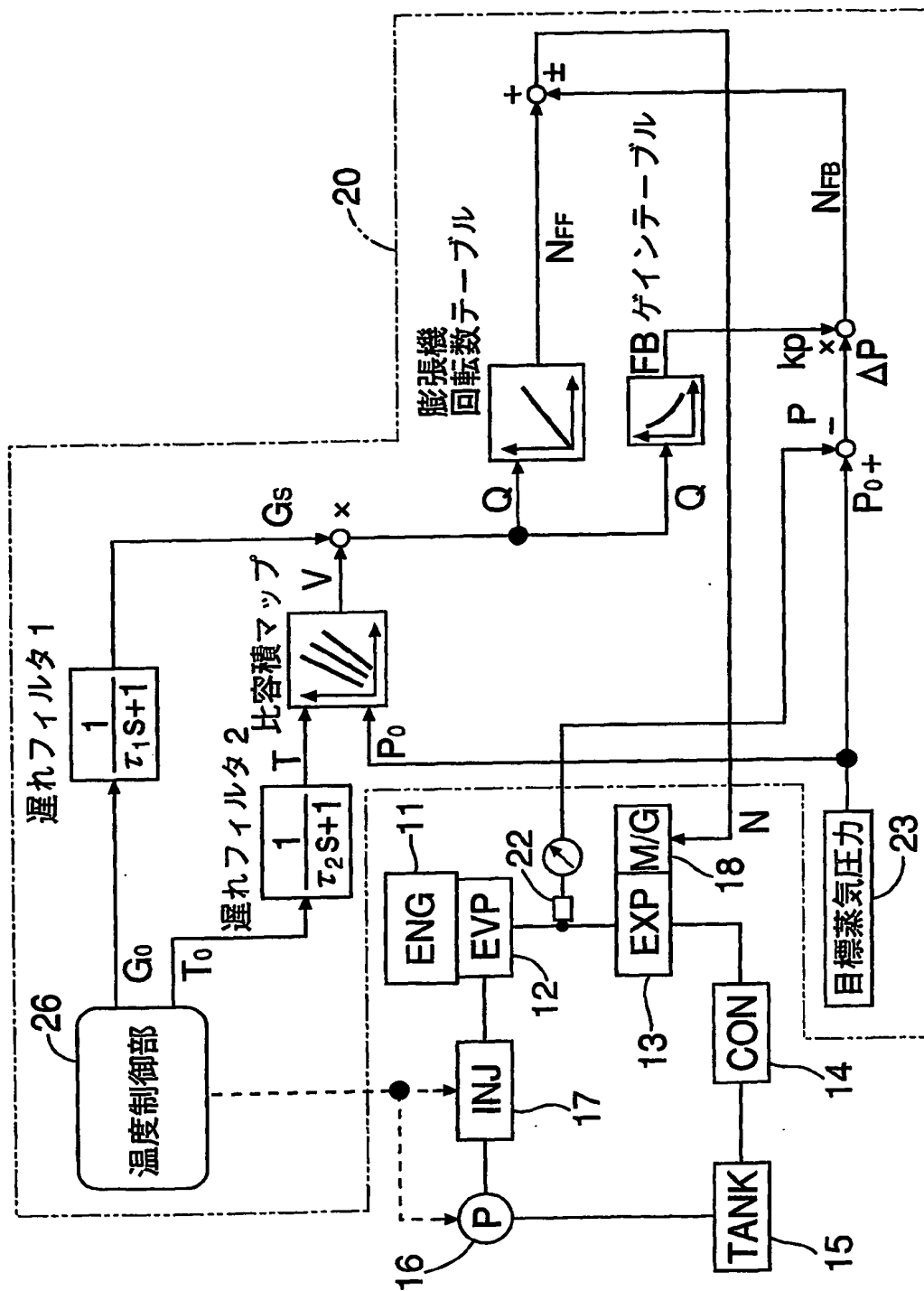
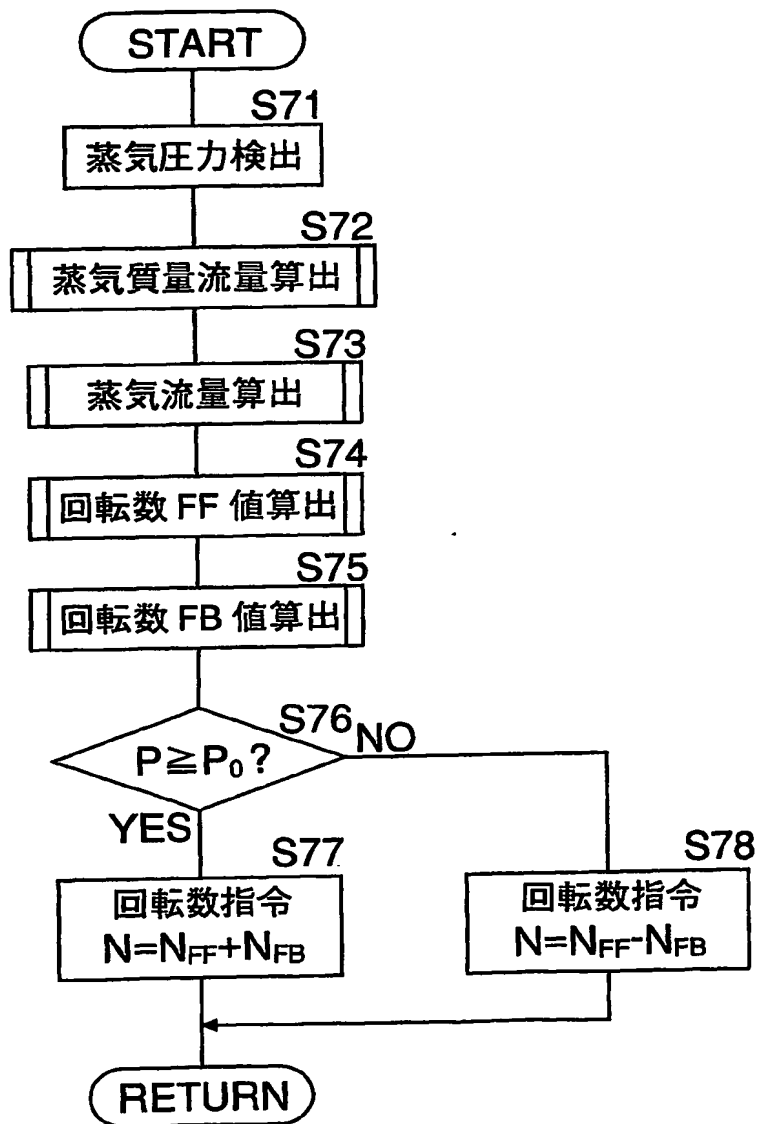


図 21



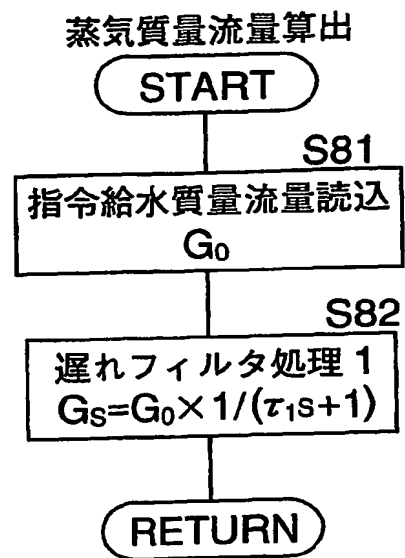
22/25

図 22



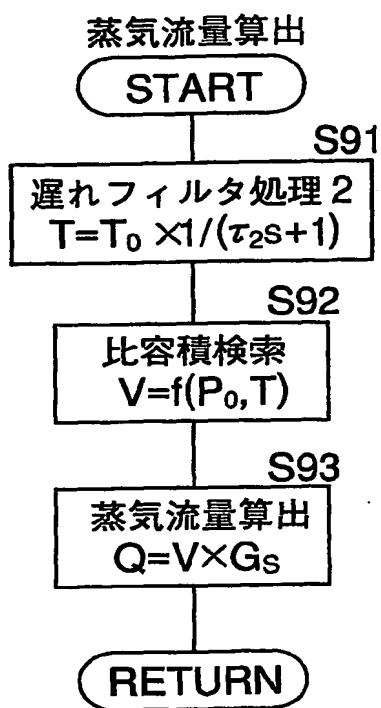
23/25

図 23



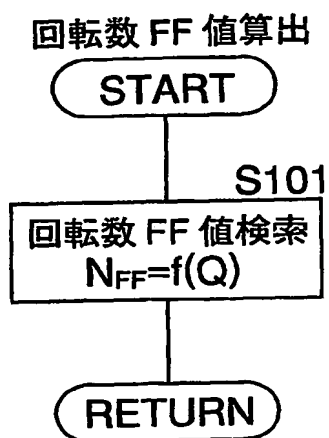
24/25

図 24



25/25

図 25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F01K23/10, F02G5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F01K23/10, F02G5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-345835 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 December, 2000 (12.12.00), Full text (Family: none)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 November, 2003 (11.11.03)Date of mailing of the international search report
25 November, 2003 (25.11.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. F01K23/10, F02G5/02

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. F01K23/10, F02G5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-345835 A (日産自動車株式会社) 2000. 12. 12, 全文 (ファミリーなし)	1

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 11. 03

国際調査報告の発送日

25.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

植村 貴昭

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

3T 3019